



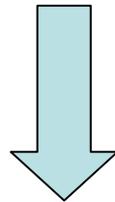
TERMODINAMICA



Rosa Devés
Programa de Fisiología y Biofísica
2007

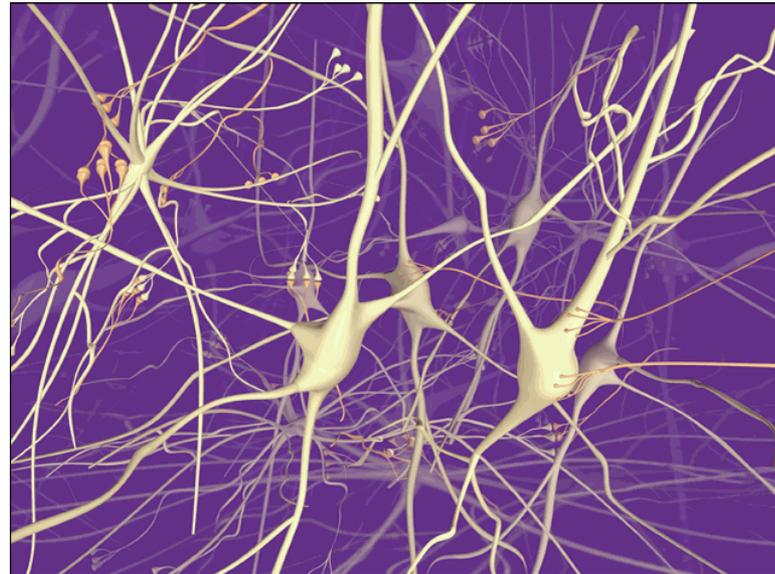
Naturaleza y Propiedades de la Materia

- El átomo
- La unión de átomos entre sí
- La interacción entre moléculas
- La naturaleza de los gases



Estructura

PROCESOS

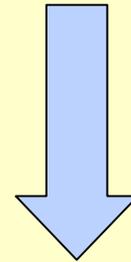




¿Qué elementos comunes pueden identificarse en estos procesos?



- Intercambios de energía
- Direccionalidad



TERMODINAMICA



TERMODINAMICA



Establece los principios generales o “leyes” que rigen los procesos.





FISICO

Los principios de la Termodinámica no se basan en modelos específicos de organización.



QUIMICO

Se establecen a partir de las propiedades macroscópicas, masa, volumen, la presión, temperatura y otras.



BIOLOGICO

El lenguaje de la Termodinámica



FISICO



QUIMICO



BIOLOGICO

La Termodinámica utiliza un LENGUAJE propio que permite generalizar las conclusiones a distintos tipos de procesos.



FISICO



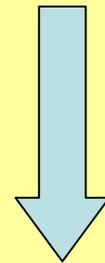
QUIMICO



BIOLOGICO

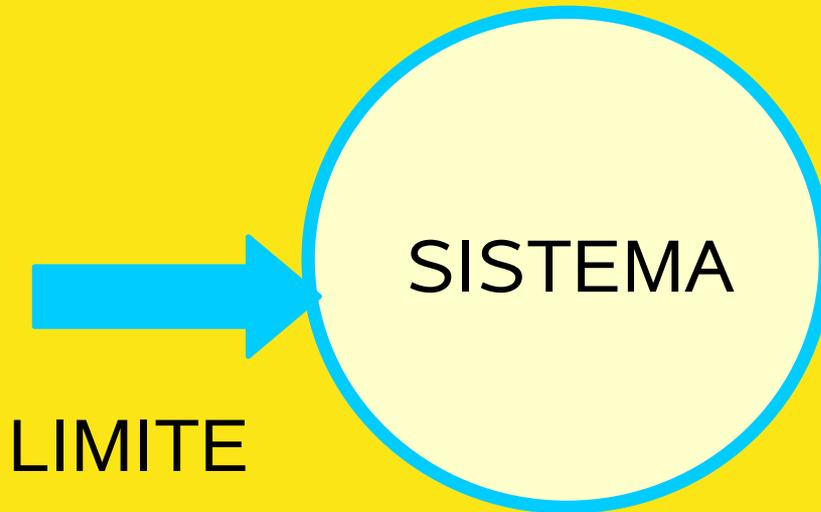
¿Qué entendemos por proceso?

CAMBIO que ocurre en alguna región del universo



SISTEMA

SISTEMA: región del universo donde ocurre un proceso

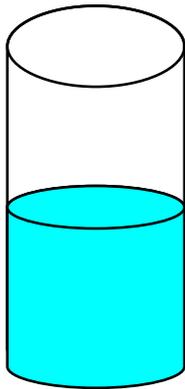


Se definen 3 tipos de sistemas de acuerdo a las propiedades de intercambio del límite.

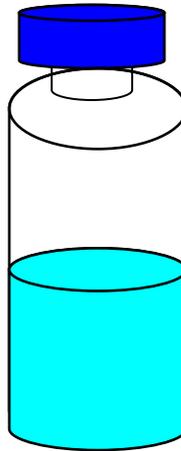
ALREDEDORES

SISTEMAS

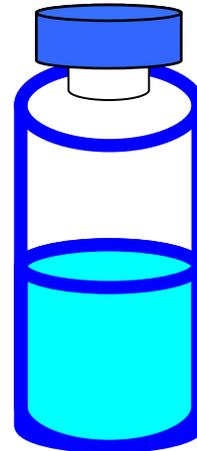
TIPO DE SISTEMA	INTERCAMBIO
ABIERTOS	Materia y energía
CERRADOS	Energía
AISLADOS	Nada



ABIERTO

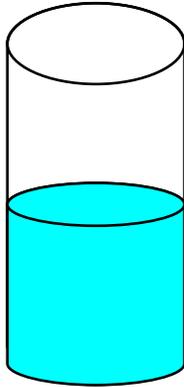


CERRADO



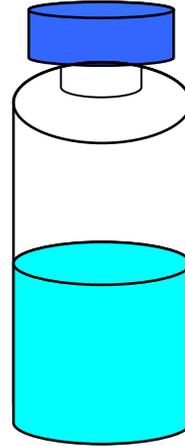
AISLADO

SISTEMAS



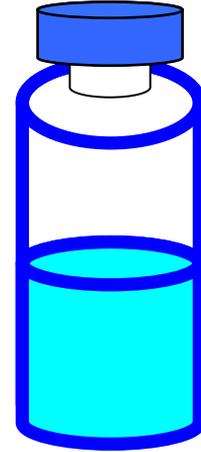
ABIERTO

Ser vivo



CERRADO

Diamante

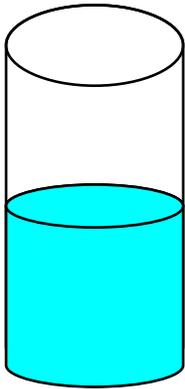


AISLADO

Universo

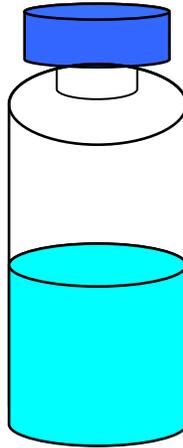
¿Qué cambia en un sistema cuando ocurre un proceso?

¿Qué procesos podrían ocurrir en cada recipiente?



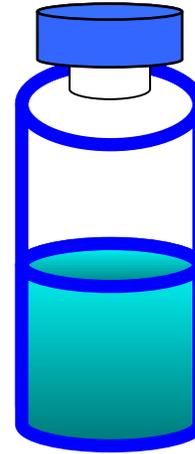
ABIERTO

Masa



CERRADO

Temperatura

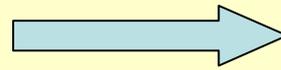


AISLADO

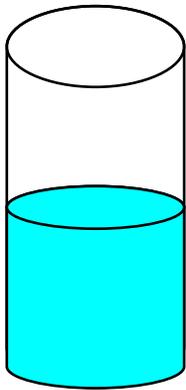
Distribución de contenido

PROPIEDADES DE ESTADO

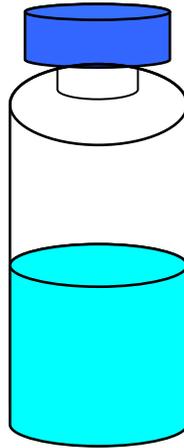
Un PROCESO ocurre espontáneamente cuando un sistema en desequilibrio



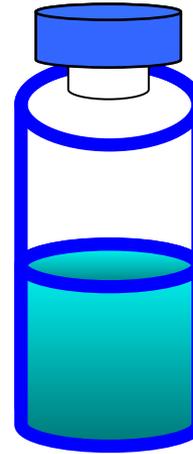
equilibrio



Δ Masa



Δ Temperatura



Δ Distribución de contenido

Los principios de la Termodinámica



- Intercambios de energía
- Direccionalidad



Principios que gobiernan
los intercambios de
energía

“Primera Ley de la Termodinámica”

La energía de universo es constante

La energía no se puede crear ni destruir

Un sistema puede variar su energía sólo por intercambio con los alrededores

LA ENERGIA

Es una PROPIEDAD DE ESTADO

No es posible estimar su valor total
pero si su variación.

LA ENERGIA

Incluye:

Energía cinética (de movimiento) de átomos y moléculas

Energía potencial (de interacción) de átomos y moléculas.

ENERGIA

En gases ideales puede estimarse la energía cinética molecular (traslación, rotación, vibración) a través de su relación con la temperatura

Energía cinética (molecular promedio) de traslación:

En gases : $\bar{E}_c = (3/2) k T$

k : constante de Boltzmann

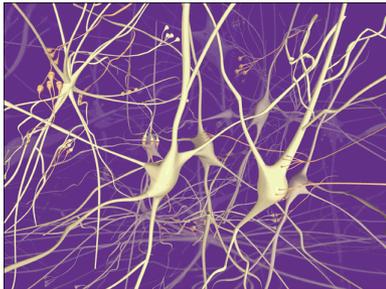
¿Cómo puede variar la energía de un sistema?



La Termodinámica distingue dos formas de intercambio de energía:

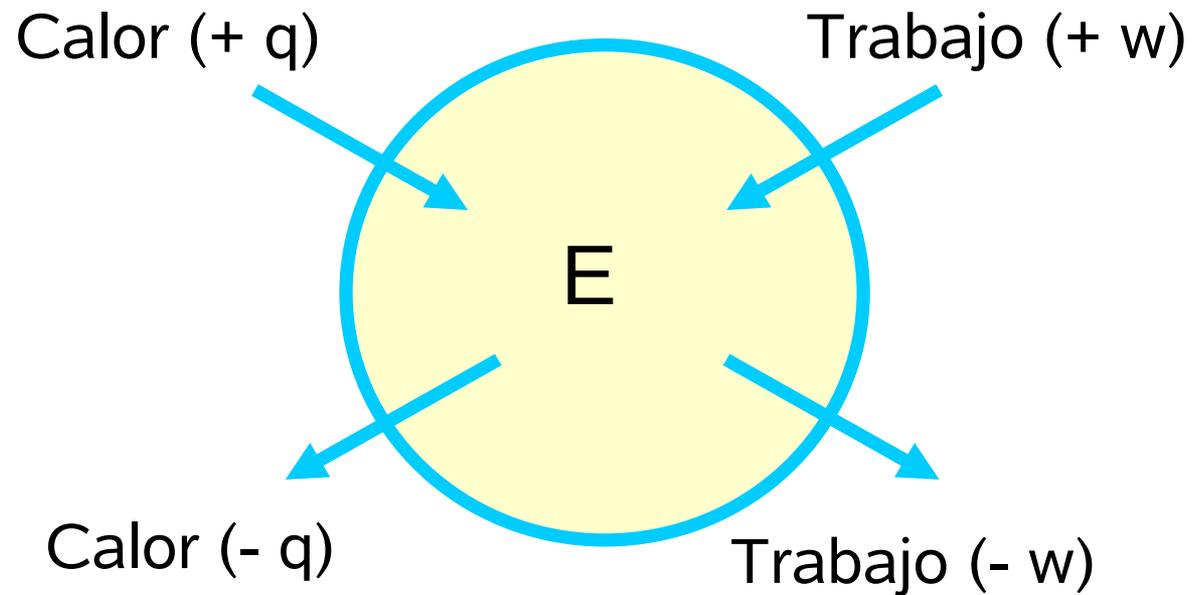


Calor y Trabajo



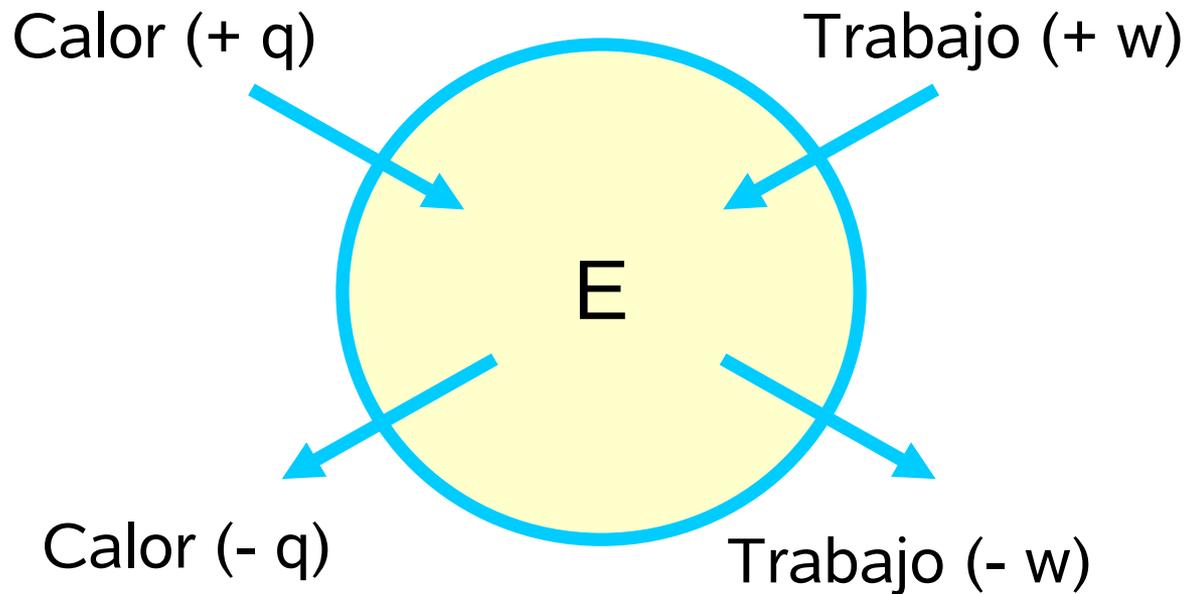


Un sistema puede **absorber** o **perder** energía en la forma de calor o de trabajo.



$$\Delta E = q + w$$

Un sistema puede absorber o perder energía en la forma de calor o de trabajo.



¿Podemos considerar al calor y al trabajo cómo propiedades de estado?

¿Son atributos que definen el estado de un sistema?

CALOR Y TRABAJO

No son propiedades de estado

Calor y trabajo son formas de energía que **APARECEN** en el límite de un sistema durante un proceso.

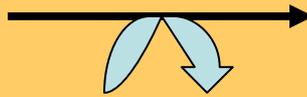


FUNCIONES DE
CAMINO

Hidrólisis del ATP

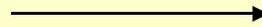
$$\Delta E = q + w$$

Estado inicial
ATP + H₂O



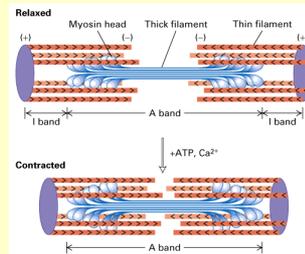
Estado final
ADP + H⁺ + P_i

ATP en solución



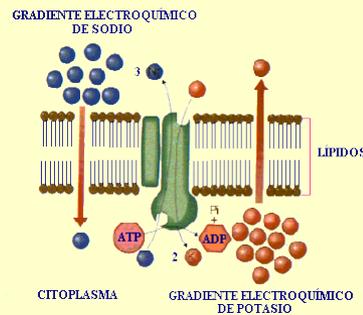
Calor

ATP + proteínas
musculares



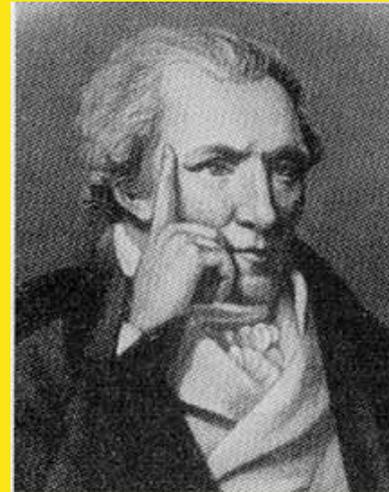
Calor
Trabajo
de contracción

ATP + transportador



Calor
Trabajo osmótico

HISTORIA DEL CALOR



Antoine Lavoisier

1743 - 1794



Memoria sobre el Calor

Memorias de la Academia
de Ciencias (1780).



“Los físicos no están de acuerdo respecto a la naturaleza del calor. Muchos lo consideran como un fluido que llena toda la naturaleza, penetrando más o menos en los cuerpos de acuerdo a su temperatura y su particular disposición para retenerlo. Otros físicos consideran que el calor no es sino el resultado de movimientos invisibles de las moléculas de la materia. No nos decidiremos por ninguna de las dos.”

Antoine Lavoisier
1789

Tratado de Química
Elemental

TABLE OF SIMPLE SUBSTANCES.

Simple substances belonging to all the kingdoms of nature, which may be considered as the elements of bodies.

	<i>New Names.</i>	<i>Correspondent old Names.</i>
Light	- - -	Light.
Caloric	- - -	Heat.
		Principle or element of heat.
		Fire. Igneous fluid.
Oxygen	- - -	Matter of fire and of heat.
		Dephlogisticated air.
		Empyrean air.
Azote	- - -	Vital air, or
		Base of vital air.
Hydrogen	- - -	Phlogisticated air or gas.
		Mephitic, or its base.
		Inflammable air or gas, or the base of inflammable air.

Oxydable and Acidifiable simple Substances not Metallic.

	<i>New Names.</i>	<i>Correspondent old names.</i>
Sulphur	- - -	} The same names.
Phosphorus	- - -	
Charcoal	- - -	
Muriatic radical	- - -	} Still unknown.
Fluoric radical	- - -	
Boracic radical	- - -	

Listado de 33 elementos

TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.	
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.	
	Calorique.....	Fluide igné. Feu.	
	Oxygène.....		Matière du feu & de la chaleur.
			Air déphlogistiqué.
			Air empiréal.
			Air vital.
	Azote.....		Base de l'air vital.
			Gaz phlogistiqué.
			Mofete.
	Hydrogène.....		Base de la mofete.
Gaz inflammable.			
Base du gaz inflammable.			
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.	
	Phosphore.....	Phosphore.	
	Carbone.....	Charbon pur.	
	Radical muriatique.	Inconnu.	
	Radical fluorique..	Inconnu.	
	Radical boracique..	Inconnu.	
	Antimoine.....	Antimoine.	
	Argent.....	Argent.	
	Arsenic.....	Arsenic.	
	Bismuth.....	Bismuth.	
<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Cobolt.....	Cobolt.	
	Cuivre.....	Cuivre.	
	Etain.....	Etain.	
	Fer.....	Fer.	
	Manganèse.....	Manganèse.	
	Mercure.....	Mercure.	
	Molybdène.....	Molybdène.	
	Nickel.....	Nickel.	
	Or.....	Or.	
	Platine.....	Platine.	
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Plomb.....	Plomb.	
	Tungstène.....	Tungstène.	
	Zinc.....	Zinc.	
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.	
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Épfort.	
Baryte.....	Barote, terre pesante.		
Alumine.....		Argile, terre de l'alun, base de l'alun.	
		Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

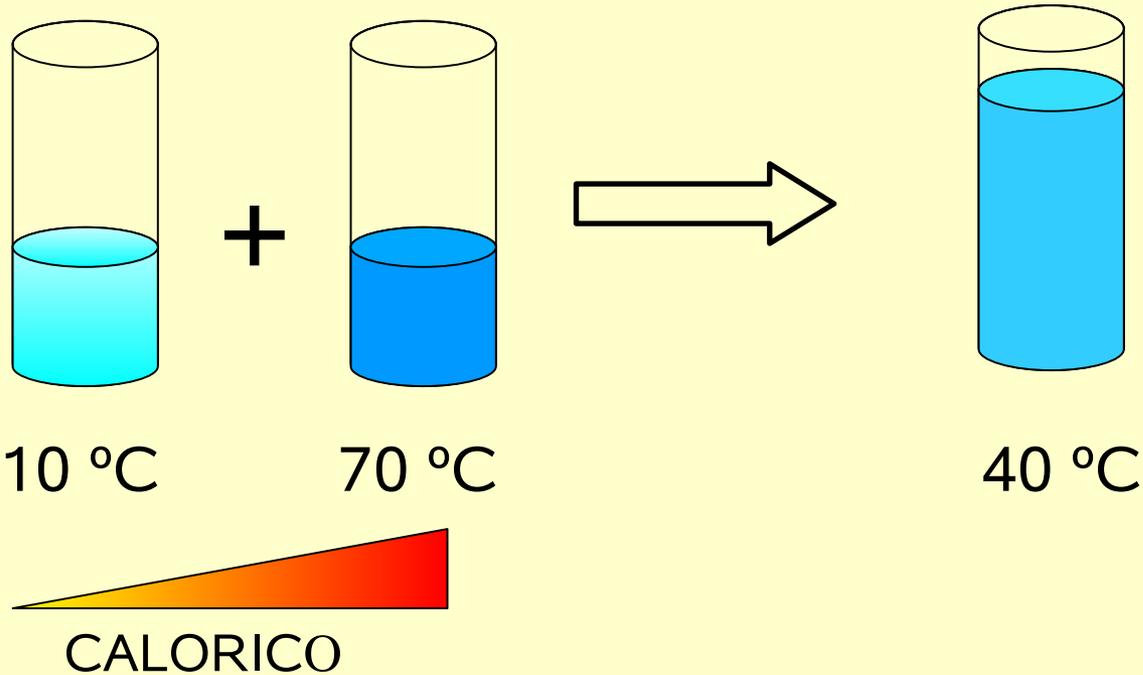
Antoine Lavoisier
1743 - 1794

Elementos de Química (1789).

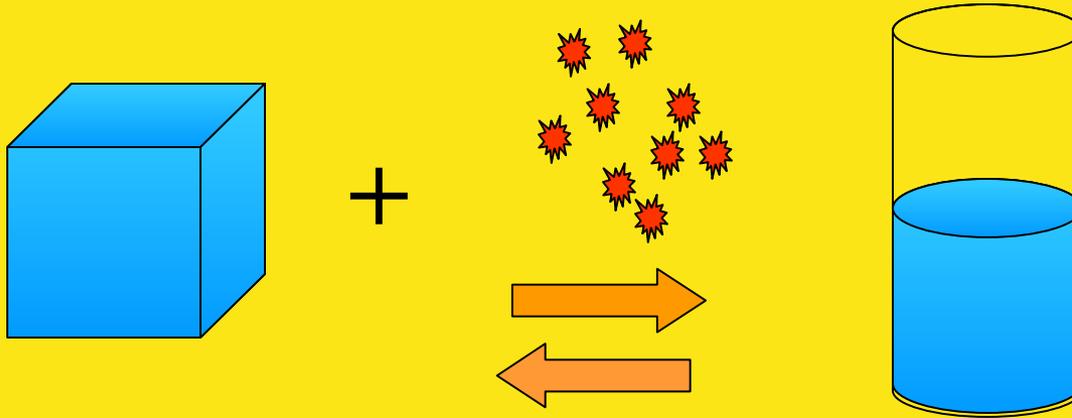
“Es difícil comprender estos fenómenos sin admitir que resultan del efecto de una sustancia material o de un fluido muy sutil, el cual, insinuándose entre las partículas de los cuerpos, los separa unos de otros; y, aún aceptando que la existencia de este fluido es hipotética, veremos que explica los fenómenos de la naturaleza de manera muy satisfactoria.”

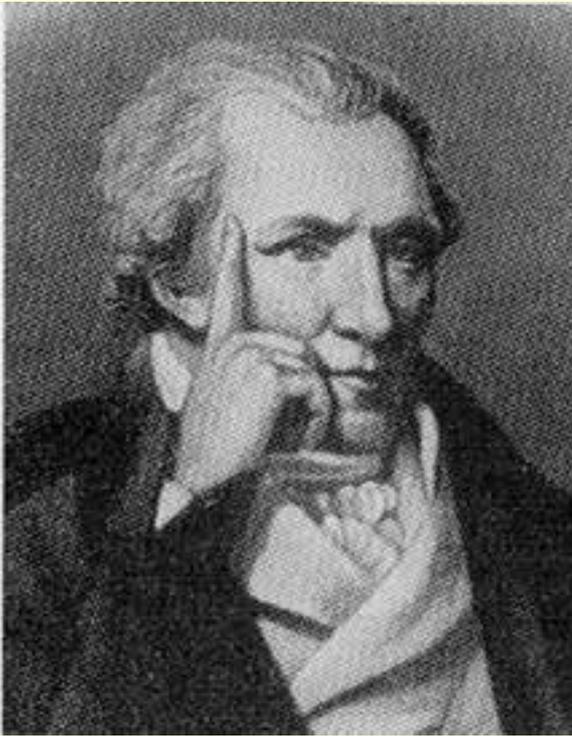
Joseph Black (1728 - 1799)

El “calorico” se distribuye al mezclar.



Para fundir una sustancia se debe agregar la misma cantidad de calor que se debe sustraer para solidificarla.





Benjamin Thompson
Conde de Rumford
1753 - 1814

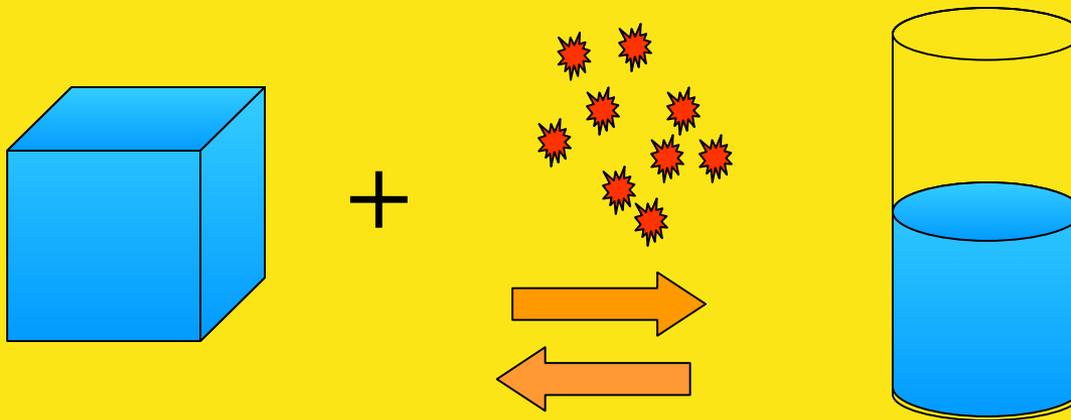
“El calor es una forma de
movimiento”

Philosophical Transactions Vol 88, 1798.

“Durante mi trabajo como superintendente de la fabricación de cañones en un arsenal de Munich, me sorprendí por el alto grado de calor que el arma de bronce adquiere en corto tiempo, mientras se lo perfora, y por el calor todavía más intenso de las virtudes metálicas que se forman.

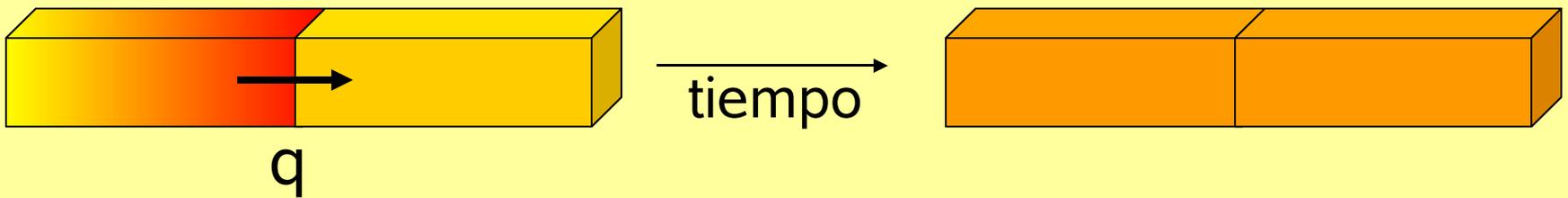
Es imposible que algo producido sin límite por un cuerpo sea una sustancia material.”

Benjamin Thompson comprobó que la masa de un cuerpo no variaba al suministrarle o sustraerle calor. Esa observación contravenía la idea del calor como sustancia material.



El concepto de calor de acuerdo a la Teoría Cinético – Molecular

Transmisión de calor entre dos barras de metal



CALOR

El calor es transmisión de energía cinética molecular

Calor y Temperatura

Temperatura

Propiedad de Estado

En gases ideales la temperatura es un reflejo
DIRECTO de la energía cinética molecular.

Calor

Función de camino

Los sistemas **No** poseen calor

Imaginemos que podemos percibir la temperatura de la palma de nuestras manos:

¿Cómo podemos variarla?

Frotándolas o colocándolas cerca de una fuente de calor

Imaginemos que tenemos hielo a 0°C y que le entregamos una cantidad de calor suficiente para fundir la mitad del hielo.

¿Qué ocurre con la temperatura del hielo?

La temperatura del hielo se mantiene constante en 0°C .

Temperatura y calor son conceptos diferentes

Un sistema puede:

- Aumentar su temperatura sin absorber calor

Frotamiento de las manos en invierno

- Disminuir su temperatura sin liberar calor

Expansión de un gas en un recipiente de material aislante

- Mantener constante su temperatura aún cuando en el proceso se absorbe o libera calor.

Cambio de Estado

LA ENERGIA ES INDESTRUCTIBLE SOLO SE PUEDE INTERCAMBIAR



James P. Joule
1818 - 1889



Julius Robert Mayer
1814 - 1848



James P. Joule
1818 - 1889

“Sobre la equivalencia mecánica del calor”

British Association, Cambridge, 1845

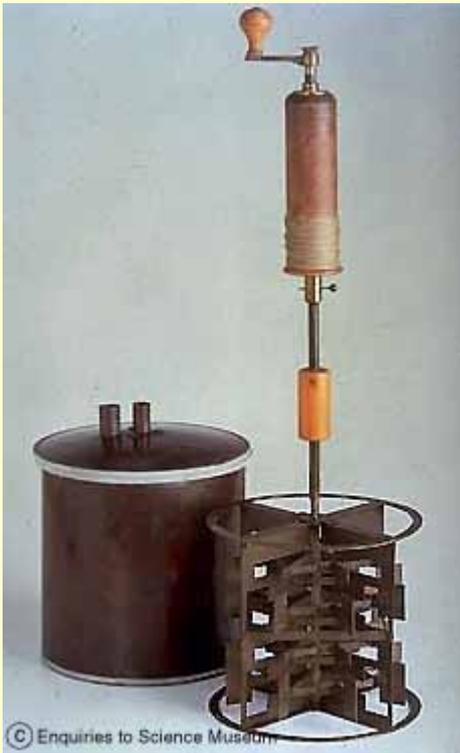
“El autor exhibió frente la Asociación un aparato que consistía en un recipiente metálico, de curiosa construcción, lleno con agua. Una especie de rueda de paletas giraba al interior del recipiente movido por poleas. Afirmó que la fuerza empleada en hacer girar las paletas producía un incremento determinado en la temperatura del agua y llegó a la conclusión que cuando la temperatura del agua aumentaba en 1°F, ésta recibía una cantidad de vis viva equivalente a la caída de un peso de 890 libras desde una altura de 1 pie”.

Equivalencia entre calor y trabajo

$$1 \text{ caloría} = 4,184 \text{ joule}$$

1 cal : es la energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5°C a 15,5°C.

“La regla general es que siempre que la fuerza vital aparentemente se destruye, ya sea por percusión, fricción u otros medios similares, se recupera una cantidad exactamente equivalente de calor .”

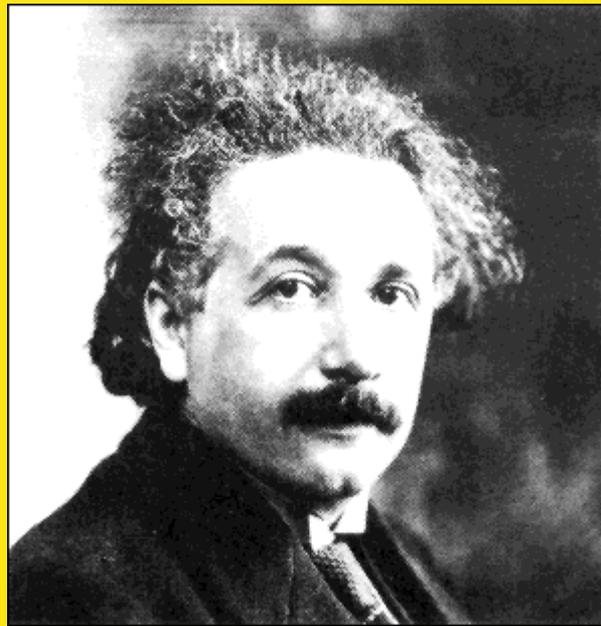


- *Movimiento de paletas en un líquido*
- *Compresión de un gas*
- *Caída de agua en una catarata*
- *Fricción entre dos placas (una en movimiento)*
- *Calor desprendido por una ampolleta*



Julius Robert Mayer
1814 - 1848

Las fuerzas son causas: por lo tanto, aplicando el principio de “causa igual efecto” podemos decir que si una causa c tiene un efecto e , entonces $c=e$; y si e es causa de un segundo efecto f , entonces $e = f$. Estas diferentes magnitudes representan distintas formas en que puede aparecer un mismo objeto. Esta capacidad de asumir formas distintas, es una propiedad esencial de todas las causas y podemos decir que son objetos indestructibles y convertibles.



Albert Einstein

“Una teoría es más impresionante mientras mayor es la simplicidad de sus premisas, más variados los objetos con los cuales se relaciona y más extensos sus ámbitos de aplicación.

Por lo tanto, la termodinámica clásica me ha causado una profunda impresión. Es la única teoría física de contenido universal de la cual estoy convencido, que dentro de su ámbito de aplicación, nunca será desechada”.